



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Mäntylä

# VILJANKUIVAAJAN AUTOMATISOINTI

Tekniikka ja liikenne

2010

## ALKUSANAT

Tämä työ tehtiin vuosien 2009-2010 välisenä aikana Vaasan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan linjalla.

Työ tehtiin T:mi Markku Välimäen maatilalla Jurvan Metsäkylässä. Toimeksiannosta vastasi Markku Välimäki. Vaasan ammattikorkeakoulussa työtä ohjasi laboratorioinsinööri Marko Rantasalo.

Työn yhteydessä saamastani opastuksesta ja avusta kiitän laboratorioinsinööri Marko Rantasaloa, maanviljelijä Markku Välimäkeä, Kokkolan Sähkö ja automaatio Oy:tä, Vaasan Elektroniikkakeskus Oy:tä sekä Vaasan Säätipiste Oy:tä.

Vaasassa 30.11.2010

Ville Mäntylä



## VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

**TIIVISTELMÄ**

Tekijä	Ville Mäntylä
Opinnäytetyön nimi	Viljankuivaajan automatisointi
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 3 liitettä
Ohjaaja	Marko Rantasalo

---

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa Mepu-vaunukuivuriin automaatiojärjestelmä, jonka avulla viljaa voidaan kuivata miehittämättömänä. Automaatiojärjestelmää suunniteltaessa otettiin huomioon toimeksiantajan esittämät vaatimukset järjestelmän kustannuksille ja toiminnoille.

Työssä tarkasteltiin logiikkaohjauksen ja erilaisten antureiden ja komponenttien soveltuvuutta järjestelmään. Työssä on tehty järjestelmän laboratoriotestaus ja käytännön asennustyö.

Lopputuloksena syntyi toimiva automaatiojärjestelmä, jonka avulla viljaa voidaan kuivata miehittämättömänä.

Asiasanat	automatisointi, logiikka, viljankuivaus
-----------	---

---

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Kone ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma

## ABSTRACT

Author	Ville Mäntylä
Topic	Grain dryer automation
Year	2010
Language	finnish
Pages	35 + 3 appendices
Name of supervisor	Marko Rantasalo

---

The purpose of this engineering project was to design and implement Mepu wagon dryer automation system, which allows for drying of grain unmanned.

Automation systems design took into account the requirements of the subscriber by the system costs and operations.

The study examined the logic of guidance and various sensors and components for compatibility with the system.

The work has also been made in the system of laboratory testing and practical installation.

The final result was a functioning automation system which allows for drying of grain unmanned.

---

Key Words	automation, logic, grain dryer
-----------	--------------------------------

## SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET .....	8
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Aiheen määrittely ja rajausta.....	9
1.2 Työn tavoitteet.....	9
1.3 Toimeksiantajan esittely.....	9
2 KÄSITTEITÄ.....	10
2.1 Ohjemoitava logiikka .....	10
2.2 Anturit .....	11
3 MEPU M180K -VAUNUKUIVURI.....	13
3.1 Yleistä.....	13
3.2 Kuivaajan käyttö ja toimintaperiaate.....	14
4 VANHA JÄRJESTELMÄ .....	15
4.1 Ongelmakohdat .....	15
4.2 Kosteuden mittaus .....	15
4.3 Lämpötilan mittaus.....	15
4.4 Elevaattori .....	15
5 TYÖN ETENEMINEN .....	17
5.1 Logiikkaohjauksen valinta .....	17
5.2 Virtalähteen valinta .....	18
5.3 Ohjauskeskus.....	19
5.4 Lämpötila-anturin valinta .....	21
5.5 GSM-järjestelmä .....	22
5.6 Kosteuslähettimen valinta .....	23
5.7 Elevaattorin tukkeutuminen .....	24
5.8 Kosteuslähettimen asennus.....	26
5.9 Lämpötila-anturin asennus .....	28
5.10 Johdotukset.....	29

6	OHJELMOINTI .....	30
6.1	LOGO! Soft Comfort .....	30
6.2	Logon ohjelmointi .....	30
7	JÄRJESTELMÄN TESTAUS LABORATORIOSSA .....	32
8	KÄYTÄNNÖN ASENNUS .....	33
8.1	Asennus maatilalla .....	33
8.2	Järjestelmän säätö maatilalla .....	33
9	YHTEENVETO JA LOPPUTUOTOS .....	34
	LÄHDELUETTELO .....	35
	LIITTEET	

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Teholähteen tekniset tiedot

**LIITE 2.** Lämpötila-anturin tekniset tiedot

**LIITE 3.** Kosteusmittarin tekniset tiedot

## KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

Hygrostaatti	Kosteuskytkin tai rele, joka kytkee säädetyn kytkentäpisteen mukaan
Siemens logo	Siemens AG:n valmistama logiikkalaite
Simatic S7	Siemens AG:n valmistama logiikkalaite
Hehtolitra	Yksi kuutiometri
Elevaattori	Kuljetin, joka kuljettaa kohtisuoraan ylöspäin
GSM	Global system for mobile communications, eli matkapuhelinjärjestelmä
Vdc	Tasavirta
Vac	Vaihtovirta
A	Ampeeri on sähkömagnetismin keksijän Andre-Marie Amperen mukaan nimetty SI-järjestelmän mukainen yksikkö sähkövirralle.
IP54	IP-suojausluokka ilmaistaan kahdella numerolla, joista ensimmäinen kertoo pölynsuojauskyvyn ja toinen vedeltä suojaavuuden
DVD	Digital video/ versatile disc eli Digitaalinen video/ monikäyttölevy

# **1 JOHDANTO**

## **1.1 Aiheen määrittely ja rajaus**

Insinööriyön ajatuksena on saada viljankuivaaja toimimaan miehittämättömällä käytöllä. Tällä uudistuksella pyritään eliminoimaan viljankuivauksessa esiintyvät ongelmat ja vikatilanteet. Työllä edistetään myös viljan puintia siten, että Markku Välimäki voi olla pellolla korjaamassa satoa ja mahdollisessa vikatilanteessa viljan kuivaajan GSM-järjestelmä ilmoittaa viasta. Automaatiojärjestelmän on myös määrä mitata viljan kosteutta sekä lämpötilaa.

## **1.2 Työn tavoitteet**

Työn tavoitteena on saada viljankuivaaja toimimaan miehittämättömänä kuivausprosessin aikana. Automaatiojärjestelmän täytyy mitata viljan kosteutta, lämpötilaa sekä valvoa kuljettimen toimintaa. Jokaisessa vikatilanteessa järjestelmän on ilmoitettava viasta Markku Välimäen matkapuhelimeen.

## **1.3 Toimeksiantajan esittely**

Markku Välimäki aloitti maanviljelyn ja karjankasvatuksen vuonna 1986 veljensä kanssa maatilayhtymänä. Vuonna 1994 Välimäki aloitti oman toimintansa lypsykarjan kasvatuksen ja maanviljelyn merkeissä. Vuodesta 2007 lähtien Välimäki on keskittynyt kuivaheinän ja kevätruikiin viljelyyn.

## 2 KÄSITTEITÄ

### 2.1 Ohjelmoitava logiikka

Seuraavaksi on tarkoitus esittää, miten ohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa käyttäen vapaasti ohjelmoitavaa logiikkaa, eli PLC:tä (engl. Programmable Logic Controller).

Transistorin kehittämisvuodesta 1948 lähtien kehitys on ollut nopeaa tällä alalla. 60-luvun elektroniikkapiireissä yhdellä puolijohdepalalla oli monia transistoreita. Nykyään kyetään valmistamaan monimutkaisempia rakenteita sisällyttäen ne pienempään tilaan. Yhdessä ainoassa pii-lastussa eli ns. chipissä saattaa olla sisällytettynä kymmenien tuhansien transistorien toiminta. /3/

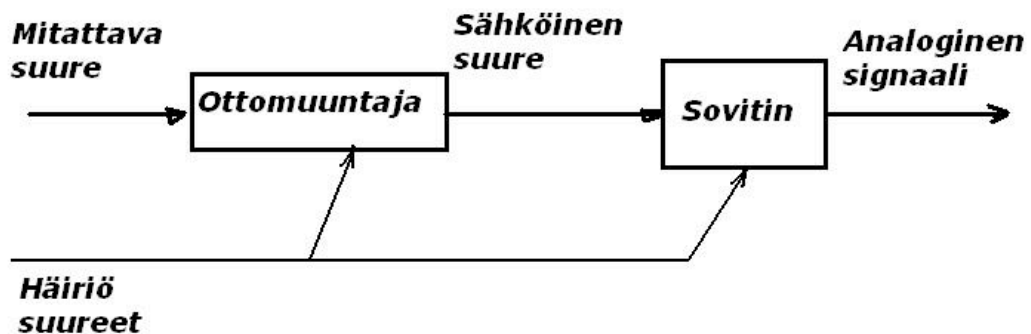
Pii-lastujen seuraava kehityssaskel on mikroprosessori. Nykyään mikroprosessoreita käytetään useissa arkisissa laitteissa, kuten matkapuhelimissa, tietokoneissa sekä lukuisissa muissa viihde-elektroniikka tuotteissa. /3/

Pelkän mikroprosessorin käyttö automaatiosovellutuksissa sellaisenaan vaatii käyttäjältä laajan tietotaidon elektroniikan ja ohjelmoinnin alalta. Siitä syystä nykyään mikroprosessorisovellutukset toteutetaan yleensä ohjelmoitavalla logiikalla. Ohjelmoitavissa logiikoissa käytetään valmiiksi ohjelmoituja mikroprosessoreita, jolloin ohjelmointi tapahtuu yksinkertaisemmalla logiikkakielellä. /3/

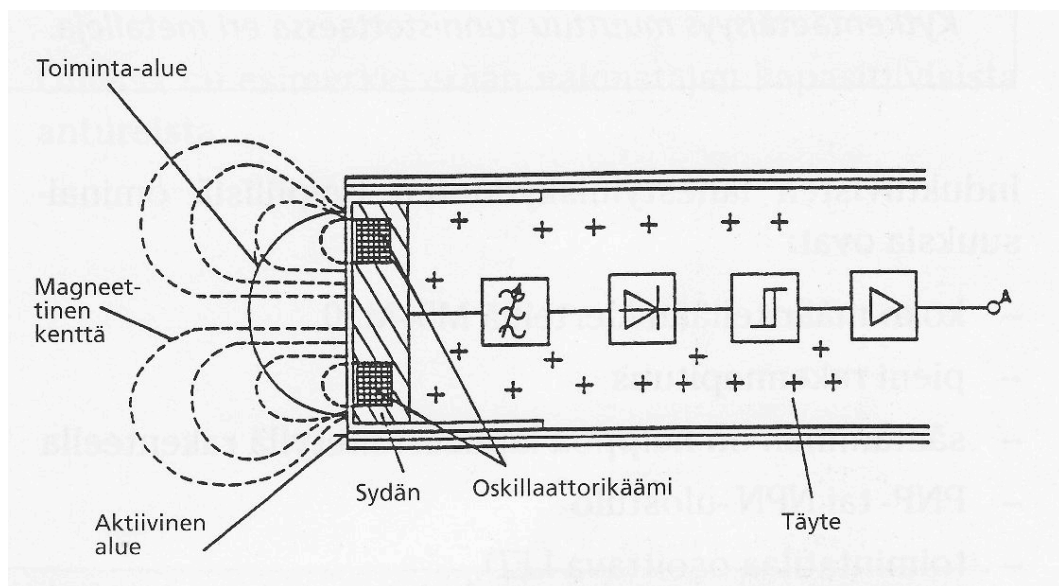


## 2.2 Anturit

Anturit eli aistit mittaavat tai keräävät tietoa koneiden tai tuotantoprosessien tilasta. Kappaletavara-automaatiossa on esimerkiksi yleisesti käytössä kaksitilaisia eli digitaalisia antureita. Nämä anturit tunnistavat esim. värejä, kosketusta, materiaaleja sekä liikettä. Anturilla tarkoitetaan laitetta, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen siihen verrannolliseksi viestiksi. Esimerkiksi analoginen lämpötila-anturi 0-10 voltia voidaan ohjelmoida logiikkalaitteelle siten, että 0 voltia on -20 celsiusastetta, 5 voltia on +30 celsiusastetta, 10 voltia on +80 celsiusastetta. Anturilla voidaan myös tarkoittaa induktiivista anturi, joka tunnistaa metalleja magneettikentän muutoksesta. Kuvassa 1 on esitettynä perinteinen analoginen anturi. Kuvassa 2 on esitetty induktiivisen anturin periaatteellinen rakenne. /3/



Kuva 1. Perinteinen analoginen anturi /3/

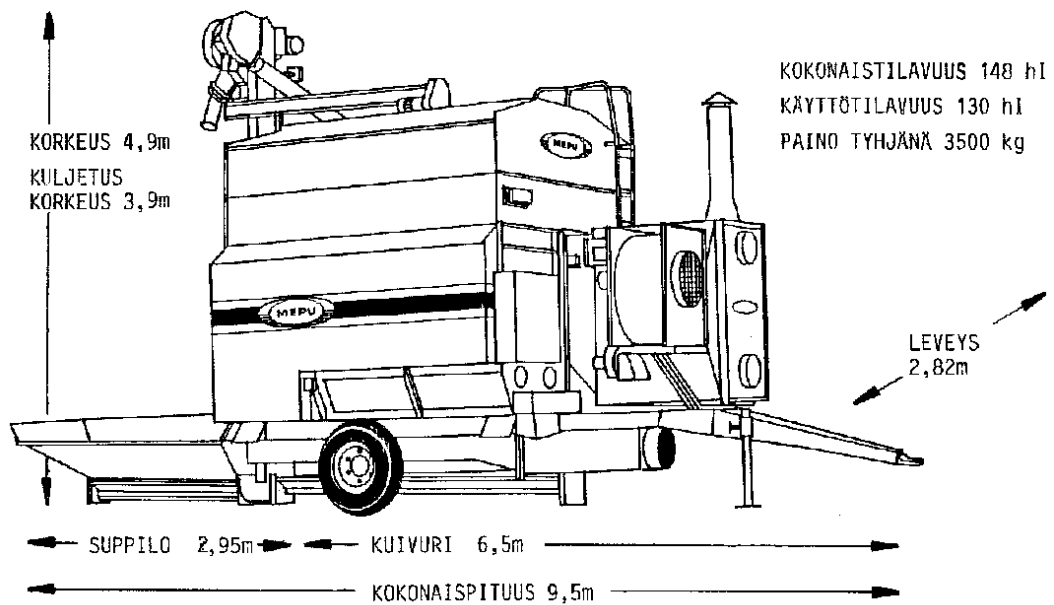


**Kuva 2. Induktiivisen anturin periaatteellinen rakenne /3/**

### 3 MEPU M180K -VAUNUKUIVURI

#### 3.1 Yleistä

Mepu-vaunukuivuri (Kuva 3) on lämminilmakuivuri, jota voidaan siirtää tarvittaessa paikasta toiseen. Kuivuri on siilotyyppinen ja varustettu harjallisilla kuivauskennoilla, elevaattorilla, esipuhdistimella, uunilla, syöttöteloilla sekä kartiopohjalla. Mepu-vaunukuivuri eroaa perinteiseen rakennettavaan siilokuivuriin edullisemmalla hinnalla, kuivurin matalammalla korkeudella ja käyttöönoton nopeudella ja tehokkuudella. Kuvassa 3 on esitelty vaunukuivurin päämitat ja paino. Kuivurin käyttötilavuus ja kokonaistilavuus on kuvasta poiketen 160 ja 182 hehtolitraa eli 16 ja 18.2 kuutiometriä. /1/



Kuva 3. Mepu-vaunukuivuri

### 3.2 Kuivaajan käyttö ja toimintaperiaate

Ennen kuivaajan täytön aloittamista on huomioitava tiettyjä asioita. Täyttökierukan kytkin on kytkettynä ”eteenpäin” –asentoon, 2-tiejakaja elevaattorin yläpäässä on asennossa ”kuivuriin” sekä pohjaläpät asennossa ”kiinni”. Esipuhdistimen ilmanottopelti on oltava auki, jotta jyvät eivät lennä roskaputkeen. Kun nämä toimenpiteet on suoritettu, voidaan kuivurin täyttö aloittaa kääntämällä sähkökeskuksesta valitsin kytkin asentoon ”täyttö”. Tällöin käynnistyvät elevaattorin ja yläruuvimoottorit. /2/

Seuraavassa vaiheessa aloitetaan perävaunun lavan nosto ja jyvien valuttaminen takalaudan luukun kautta kaatosuppiloon. Kaatosuppilon kuljetinruuvi kuljettaa jyvät elevaattorille. Elevaattori kuljettaa jyvät esipuhdistajan ja yläruuvimoottorin kautta levitinlaitteelle, joka puolestaan levittää jyvät tasaisesti siiloon. Kuivuri on syytä jättää hieman vajaaksi, koska märkä vilja yleensä paisuu kuivauksen alkuvaiheessa. Kun kuivurissa on riittävästi viljaa, pysäytetään täyttö kääntämällä valitsinkytkin asentoon nolla. /2/

## **4 VANHA JÄRJESTELMÄ**

### **4.1 Ongelmakohdat**

Työn alussa käytiin läpi kuivausprosessin ongelmakohdat. Ongelmakohtia olivat kosteuden mittaus, lämpötilan mittaus sekä elevaattori. Ongelmana oli myös se, että kuivaajaa ei voitu jättää yksin, sillä jos joku näistä kohdista jää ilman valvontaa, saattaa kuivauserä mennä pilalle.

### **4.2 Kosteuden mittaus**

Kosteuden mittaus oli toteutettu poistoilmakanavaan sijoitetulla hygrostaatilella. Tämän hygrostaatin tarkoitus on kytkeä jäähdytysvaihe kuivaajassa päälle, kun säädetty kosteusarvo on saavutettu. Ongelmana tässä hygrostaatissa on kuitenkin se, että laite sisältää mekaanisesti liikkuvia osia, jotka jumiutuvat aika nopeasti kuivaajan pölyisissä ja kosteissa mittausolosuhteissa.

### **4.3 Lämpötilan mittaus**

Lämpötilan mittaus oli toteutettu ilmanakanavaan asennetulla osoitinnäytöllisellä mittarilla. Tällöin mittari mittaa poistoilman lämpötilaa eikä itse viljan lämpötilaa. Tällä mittarilla ei siis sinänsä ole mitään hyötyä, koska mittari ei mittaa olennaista asiaa. Viljan lämpötilalla on suuri merkitys, sillä jos viljan lämpötila nousee yli 90 celsiusasteen, vilja menettää itävyytensä, jolloin sitä ei voi käyttää muuhun kuin rehuksi tai jauhoiksi.

### **4.4 Elevaattori**

Elevaattorin nykyisessä toiminnassa on huomattu varsinkin ruis-viljaa kuivattaessa, että se saattaa tukkeutua kesken kuivaamisen. Syynä tähän on se, että ruis on Suomen leveysasteilla vielä melko kostea puitaessa. Tukkeutuminen johtaa väistämättä siihen, että elevaattorin ja sen moottorin väliset kiilahihnat katkeavat, sillä elevaattorin moottori jatkaa pyörimistään tukkeutumisesta huolimatta. Kiilahihnojen katkeaminen johtaa siihen, että vilja ei enää kulkeudu takaisin siiloon vaan syöttötelat täyttävät pohjakartion viljalla. Kuivauksen jatkamiseksi on kiilahihnat uusittava sekä pohjakartio tyhjennettävä, joko

miesvoimin tai imuriautolla. Imuriauton tilaaminen on hyvin kallista eikä pohjakartion tyhjentäminen miesvoiminkaan helppoa ole.

## 5 TYÖN ETENEMINEN

### 5.1 Logiikkaohjauksen valinta

Tammikuussa 2009, kun laitteiston vaatimukset saatiin kartoitettua, oli aika valita järjestelmään sopiva logiikkalaite. Laitteiston tärkeimpänä vaatimuksena oli kustannustehokas hinta. Työn edetessä mietittiin kahden eri logiikkaohjauksen soveltuvuutta järjestelmään. Logiikkaohjaukset olivat Simatic S7 ja Siemens logo TD. Näiden kahden osalta päädyttiin käyttämään Siemens logo TD:tä, koska tässä mallissa oli riittävästi digitaali- ja analogiatuloja, sekä relelähtöjä järjestelmän toteuttamiseen. Merkittävä asia oli myös se, että logo TD on viisi kertaa halvempi kuin kehittyneempi versio Simatic S7.

Logiikka tilattiin Kokkolan Sähkö ja automaatio Oy:stä. Logiikka toimitettiin ns. starttipakettina, johon kuului logiikkayksikkö, erillinen näyttö logiikalle, käyttöohjeet, PC-softa logiikkaohjelmien tekoa varten, kaapeli logiikkaohjelmien siirtoa varten, kaapeli logiikkamoduulin ja näytön välille, opetus-DVD, kantolaukku ja ruuvimeisseli (Kuva 5).



Kuva 4. Logo TD-starttipaketti

## 5.2 Virtalähteen valinta

Toimiakseen logiikkalaite vaatii sähköjännitteen. Johtuen siitä, että käytössämme oli vain heikkovirtapuolen asennusvaltuudet, valitsimme logiikkalaitteen malliltaan Siemens logo TD 12/24 RC. Tämä tarkoittaa sitä, että logiikkaan syötettävä jännite on 12-24Vdc eli logiikkalaitetta ei voi suoraan liittää valtakunnan verkkoon, joka antaa 230Vac.

Sopiva teholähde löytyi Vaasan Elektroniikkakeskuksesta (Kuva 6). Teholähteen antojännite on 24Vdc ja antovirta 2A. Antovirraksi riittää hyvin 2A, koska logiikassa käytettävien komponenttien ottovirta on milliampeeriluokkaa. Liitteessä 1 on tarkemmin esitettyä tehonlähteen tekniset tiedot.



Kuva 5. Teholähde

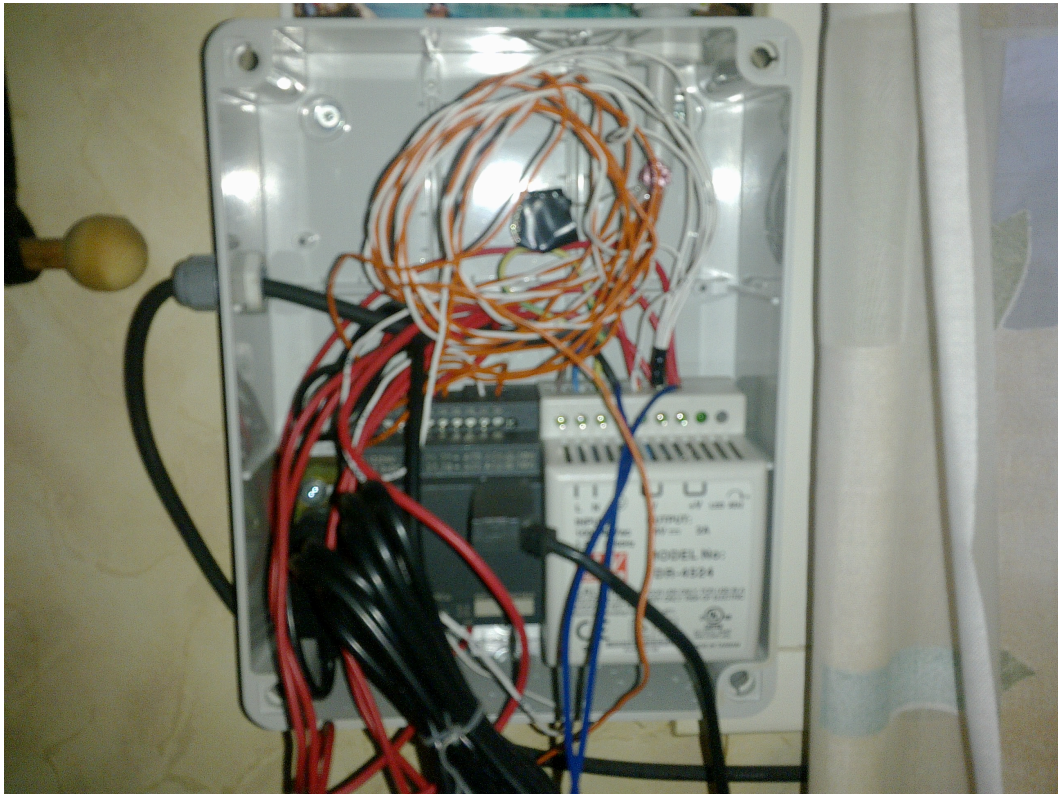


### 5.3 Ohjauskeskus

Sijoituspaikakseen logiikkamoduuli ja virtalähde vaatisivat jonkinlaisen asennuslaatikon, joka toimisi ohjauskeskuksena Markku Välimäen olohuoneessa. Asennuslaatikoksi valittiin Vaasan Elektroniikkakeskuksen valikoimasta läpinäkyvällä kannella varustettu muovinen asennuslaatikko. Laatikon vaatimuksina oli, että logiikkamoduuli, näyttö sekä virtalähde mahtuvat siihen. Ohjauskeskukseen lisättiin myös sireeni ja punainen merkkivalo ilmaisemaan häiriötilanteista, Reset-painike, jolla voitaisiin kuitata häiriöt pois sekä päävirtakytkin, jolla ohjauskeskus käynnistetään. Ohjauskeskus kokonaisuudessaan on esitettyä kuvassa 7 ja ilman ohjauspaneelia kuvassa 8.



Kuva 6. Ohjauskeskus asennettuna olohuoneen seinään



**Kuva 7. Ohjauskeskus ilman etupaneelia**

## 5.4 Lämpötila-anturin valinta

Lämpötila-anturia valittaessa täytyi ottaa huomioon anturin sijoituspaikka, jossa vallitsee hyvin pölyiset olosuhteet. Markku Välimäki halusi myös, että anturia voitaisiin käyttää talvella ulkolämpötilan mittaamiseen. Anturin tulisi myös toimia 0-10V jänniteviestillä.

Antureita tiedusteltiin monelta eri taholta, kunnes Vaasan Säätopiste Oy:ltä löytyi sopiva anturi. Säätopiste Oy:n myyntimiehen kanssa käytyjen neuvottelujen perusteella päädyimme Produal TEKV PT100-lämpötila-anturiin. (Kuva 9).

Produal TEKV PT100-lämpötila-anturissa oli riittävä mittausalue -50...120C, sekä riittävä suojaluokka IP54. Anturiin syötetään 24Vdc:n jännite, jolloin PT100 -vastus säättää lähtevän jännitteen arvon välille 0-10V lämpötilan mukaan. Lähtöjännite muunnetaan logiikassa digitaaliseen muotoon, jotta se voidaan esittää logiikan näyttöruudulla. Tarkemmat tekniset tiedot lämpötila-anturista löytyvät liitteestä 2.



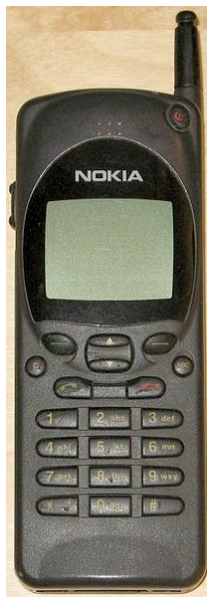
Kuva 8. Produal TEKV PT100-lämpötila-anturi

## 5.5 GSM-järjestelmä

GSM-hälytinlaitteiston tarkoituksena on soittaa Markku Välimäen puhelimeen, jolloin Välimäki tietää kuivaajassa olevan jotakin vialla. Markkinoilla oli tarjolla paljon erilaisia tähän tarkoitukseen sopivia GSM-moduuleita, joita olisi voitu ohjata logiikalla. Opinnäytetyössä päädyttiin kuitenkin rakentamaan sellainen vanhasta matkapuhelimesta. Tarkoitukseen sopivaksi puhelimeksi kelpasi vanha käytöstä poistettu matkapuhelin.

GSM-hälytinlaitteiston valmistuksen ideana perinteisestä matkapuhelimesta oli, että puhelimen piirilevyllä ”vihreäluuri” -painikkeen kohdalle juotettiin kaksi johdinta. Kun näiden johtimien päät yhdistetään, se olisi ikään kuin painaisi puhelimen vihreää painiketta. Välimäen puhelinnumero asetettiin soitettuihin puheluihin, jolloin vikatilanteessa johtimen päät yhdistettiin releellä kaksi kertaa. Tämä johtaa siihen, että puhelin menisi ensin soitettuihin puheluihin ja sen jälkeen soittaa Välimäelle.

Kun johtimet saatiin juotettua, asennettiin nämä logiikan lähtöön eli releeseen. Vikatilanteessa logiikka antaa tälle lähdölle kaksi sykäystä kahden sekunnin välein, mikä johtaa puhelun alkamiseen. Puhelimena käytettiin vanhaa Nokia 2110 GSM-puhelinta (Kuva 10).



Kuva 9. Nokia 2110 GSM-puhelin

## 5.6 Kosteuslähettimen valinta

Kosteuslähetin valittiin myös yhteistyössä Vaasan Säätopiste Oy:n kanssa. Kosteuslähettimen vaatimuksena oli ilmakehään asennettava malli sekä riittävän hyvä suojausluokka.

Vaihtoehtojen tarkastelun tuloksena päädyttiin Thermokon FK V-kosteuslähettimeen (Kuva 11). Tämä kosteuslähetin sopii hyvin järjestelmään, koska sillä on erittäin hyvä suojausluokka IP65 sekä vaihdettava mittapään suojaverkko, joka estää mittapään likaantumisen. Kosteuslähetin toimii jänniteviestillä. Lähettimeen syötetään 24Vdc:n jännite, jonka lähetin muuttaa 0-10V:n jänniteviestiksi. Jänniteviesti muunnetaan logiikassa digitaaliseksi, jolloin se saadaan logiikan näyttöruudun ymmärtämään muotoon. Tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3.



Kuva 10. Thermokon FK V -kosteuslähetin



## 5.7 Elevaattorin tukkeutuminen

Tukkeutumistunnistinta ideoitaessa oli ensimmäisenä vaihtoehtona valvoa elevaattorin kiilahihnoja optisesti, eli jokaisen hihnan kohdalle optinen anturi, jolloin logiikka huomaisi yksittäisen hihnan katkeamisen ja ilmoittaisi siitä. Tästä ajatuksesta kuitenkin luovuttiin, koska sijoituspaikassa vallitsee hyvin pölyiset olosuhteet. Optisen anturin likaantuminen olisi väistämättä johtanut vikatilanteisiin.

Toisena vaihtoehtona oli elevaattorin vetopyörän valvominen induktiivisella anturilla (kuva 13 ja 14). Ajatuksena oli, että induktiivinen anturi nollaa logiikkaohjelmassa olevaa laskuria johon on asetettu aika, kolme sekuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että kun kiilahihnat katkeavat ja elevaattori lopettaa pyörimisen, niin asetettu aika kolme sekuntia kuluu loppuun ja hälytys kytkeytyy päälle. Ongelmaksi muodostui kuitenkin se, että hälytys oli silloinkin kytkettynä, kun kuivaaja ei ollut käynnissä. Ongelma ratkaistiin kuivaajan sähkökaappiin asennetulla erillisellä kytkimellä (Kuva 12), jolla voidaan elevaattorin valvonta kytkeä ”päälle” tai ”pois”-päältä.



Kuva 11. Elevaattorin valvontakytkin





**Kuva 12. Induktiivinen anturi asennettuna elevaattoriin**



**Kuva 13. Induktiivinen anturi**



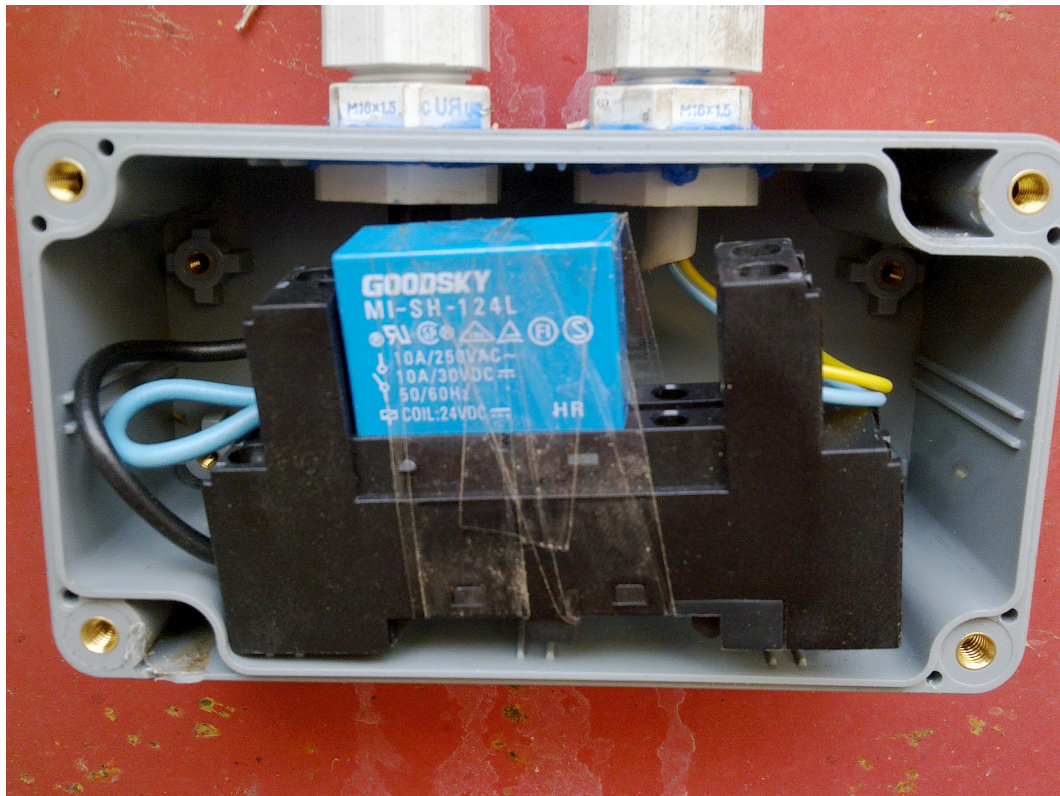
## 5.8 Kosteuslähettimen asennus

Kosteuslähettimen sijoituspaikkana käytettiin poistoilmakanavassa sijaitsevaa vanhan kosteusmittarin eli hygrostaatin paikkaa. Kuvassa 15 on esitetty kosteuslähettimen asennus. Kosteuden mittauksessa ilmeni kuitenkin yksi ongelma ratkaistavaksi. Vanhan järjestelmän mukaisesti haluttiin kuivaaja kytkeytyvän jäähdytykselle, viljan kosteuden tullessa saavutetuksi. Asia ratkaistiin selvittämällä, mitkä johtimet hygrostaatissa ohjasivat jäähdytysrelettä. Näiden johtimien väliin asennettiin tavallinen piirikorttirele, joka kytkee jäähdytyksen päälle, kun haluttu kosteus on saavutettu. Kuvassa 16 on esitetty jäähdytyksen kytkentäreleen asennus.



Kuva 15. Kosteuslähettimen sijoitus kuivaajassa





Kuva 14. Jäähdytyksen kytkentärele

## 5.9 Lämpötila-anturin asennus

Lämpötila-anturin asennuspaikkaa suunniteltaessa tuli ottaa huomioon, että anturin tulisi mitata viljan lämpötilaa eikä ilman lämpötilaa. Parhaaksi ratkaisuksi todettiin, että anturi tulisi asentaa puoleenväliin silloa. Tällöin anturin mittapää olisi viljan seassa ja mittaisi viljan lämpötilaa. Anturia voitaisiin käyttää myös ulkolämpötilan mittaukseen silloin kun kuivaaja ei ole käytössä. Kuvassa 17 on esitetty lämpötila-anturin asennus.



Kuva 15. Lämpötila-anturin asennus kuivaajassa



### 5.10 Johdotukset

Runkojohtona, joka kulkee ohjauskeskuksen ja kuivaajan jakorasian välillä, käytettiin  $16 \times 0.5 \text{ mm}^2$  johdinta. Jakorasialta antureille ja releille käytettiin  $4 \times 0.5 \text{ mm}^2$  johdinta. Johdinmerkinnöissä ensimmäinen luku tarkoittaa johtimien lukumäärää ja toinen johtimen poikkileikkauspinta-alan suuruutta neliömillimetreissä. Johtojen läpivienneissä käytettiin vesitiiviitä vedonpoistollisia läpivientimuttereita. Kuvassa 18 on esitetty johtimet ja läpiviennit kuivaajan jakorasiassa.



Kuva 16. Läpiviennit ja johtimet kuivaajan jakorasiassa

## **6 OHJELMOINTI**

### **6.1 LOGO! Soft Comfort**

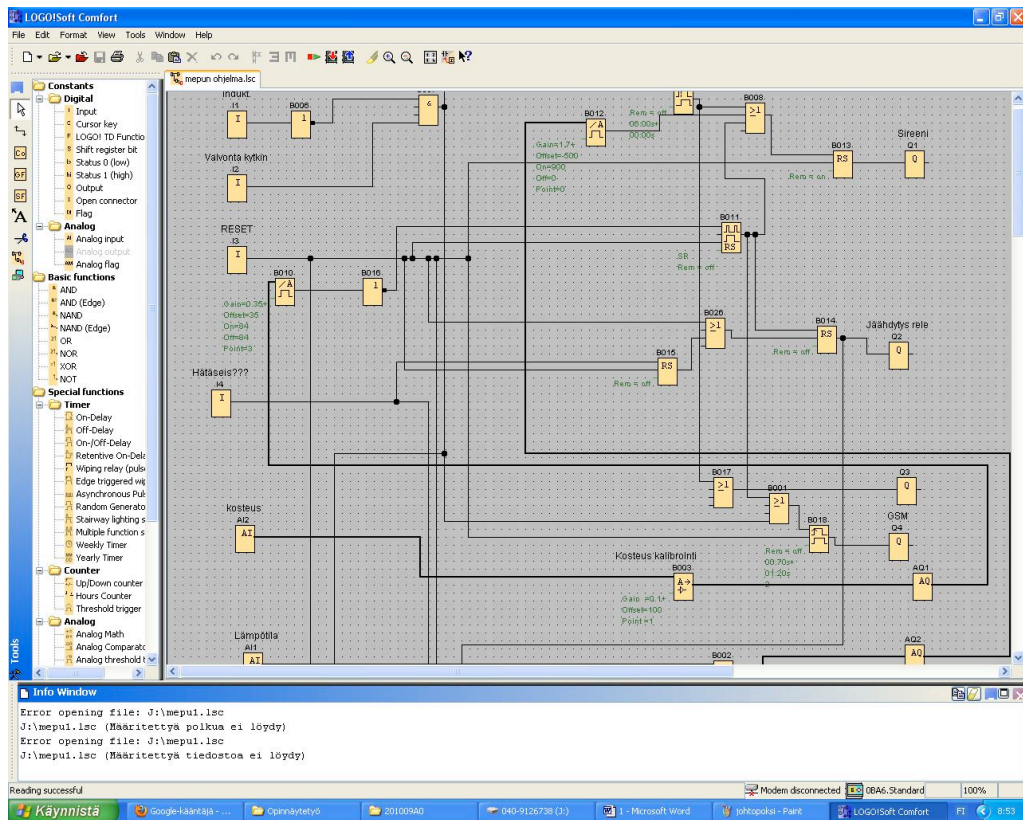
Logiikkayksikön ohjelmoinnissa käytettiin Siemensin LOGO! Soft Comfort-ohjelmistoa. Ohjelmiston päivitysversio oli V6.1.12. Ohjelmisto asennettiin kannettavaan tietokoneeseen, jolla ohjelmointi tapahtui.

### **6.2 Logon ohjelmointi**

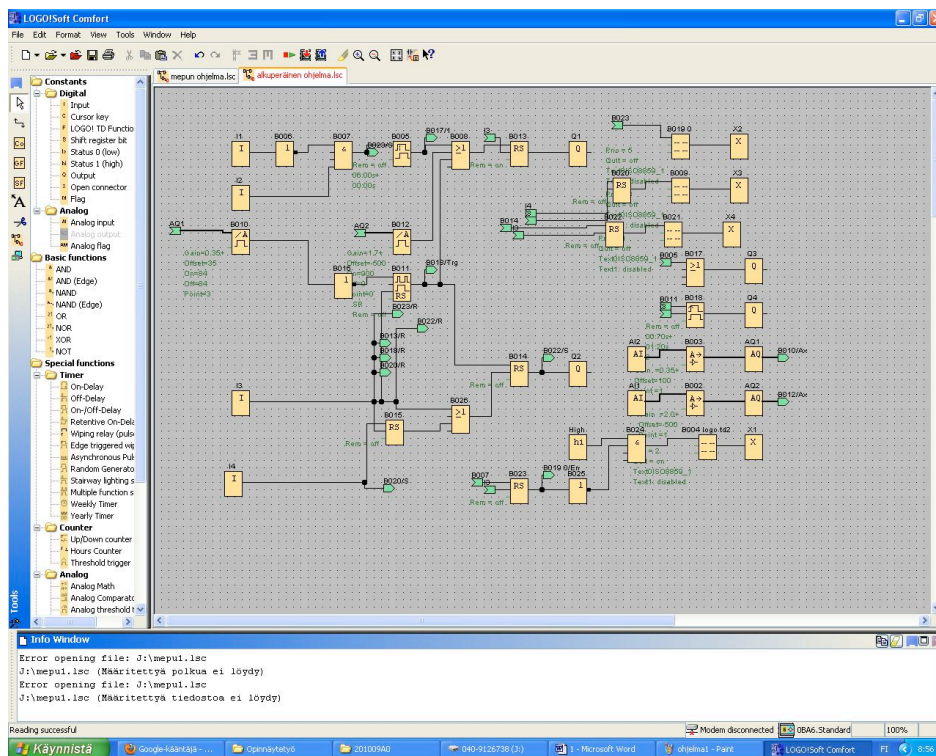
Ohjelmointi tapahtuu käytännössä siten, että tietokoneen ruudulle tuodaan valikoista suorakaiteenmuotoisia laatikoita. Näitä laatikoita on valikoissa satoja erilaisia, joilla jokaisella on oma tehtävänsä. Useimpiin laatikoihin voidaan myös muuttaa erilaisia arvoja. Esimerkiksi, jos asetetaan ajastimeen aika viisi sekuntia, tarkoittaa se sitä, että kun ajastin saa tulopuolelle signaalin, niin seuraava lähtevä signaali ei lähde ennen kuin aika viisi sekuntia on kulunut loppuun. Kuvissa 19 ja 20 on esitettyä automaatiojärjestelmän valmis ohjelma.

Ohjelmoinnissa täytyi ensin miettiä, montako tuloa ja lähtöä ohjelmaan tulee. Tämä helpottaa ohjelmointia, kun aluksi asettaa kaikki tulot vasempaan reunaan näyttöä ja kaikki lähdöt oikeaan reunaan näyttöä. Näiden väliin rakennetaan sitten varsinainen ohjelma, eli kaikille antureille ja releille tuodaan omat laatikot, joiden välille kytketään tarvittavat johdotukset. Ohjelmassa käytetään myös erilaisia apulaatikoita, joilla on eri tehtäviä. Esimerkiksi ”JA”-piiri tarkoittaa sitä, että kaikki tulot täytyy olla vaikutettuina, että lähtevä signaali voi lähteä.

Kun ohjelma ja ohjauskeskuksen kytkentälaatikko saatiin valmiiksi, aloitettiin järjestelmän testaus laboratorio-olosuhteissa.



Kuva 17. Osa logiikka-ohjelmasta



Kuva 20. Koko logiikka-ohjelma tiivistetyssä muodossa

## **7 JÄRJESTELMÄN TESTAUS LABORATORIOSSA**

Järjestelmän testaus suoritettiin Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan laboratoriossa Technobotnialla laboratorioinsinööri Marko Rantasalon valvonnassa.

Ohjauskeskuksen ja antureiden johdotukset kytkettiin vastaamaan käytännön asennusta. Kytkentöjen tarkastusten jälkeen logiikkaan kytkettiin virta ja todettiin, että kaikki oli kunnossa. Tämän jälkeen kytkettiin PC ja logiikka yhteen ohjelmansiirto-kaapelin avulla ja ohjelma siirrettiin logolle. Kun ohjelma oli siirretty logiikka-moduuliin, aloitettiin ohjelman simulointi ja antureiden säätö.

Järjestelmää simuloitiin LOGO! Soft Comfort -ohjelmiston simulointiohjelmalla. Järjestelmä toimi moitteetta lukuun ottamatta kosteus- ja lämpötila-antureiden virhenäyttämää. Tämä korjattiin kuitenkin säätämällä anturit erillisen lämpötila- ja kosteusmittarin avulla.

## **8 KÄYTÄNNÖN ASENNUS**

### **8.1 Asennus maatilalla**

Asennus maatilalla suoritettiin siten, että ohjauskeskus sijoitettiin Markku Välimäen olohuoneeseen. Olohuoneesta kuivaajan jakorasiaan on matkaa noin 38 metriä. Tämä väli kytkettiin  $16 \times 0.5 \text{ mm}^2$  johdolla. Kuivaajalla asennettiin tarvittavat oheislaitteet paikalleen, kuten anturit ja releet. Asennustyön valmistuttua jäätiin odottamaan puintikautta ja automatisoidun viljankuivaajan testausta.

### **8.2 Järjestelmän säätö maatilalla**

Kosteusanturi vaati vielä säätöä, koska se oli säädetty laboratoriossa normaaliin ilmankosteuteen. Anturi kalibroitiin näyttämään samaa lukemaa kuin kosteusmittari, jolla mitattiin viljan kosteus manuaalisesti.

## 9 YHTEENVETO JA LOPPUTUOTOS

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada viljankuivaaja toimimaan miehittämättömänä. Tarkoituksena oli siis tehostaa viljan puintiaikaa automatisoimalla viljankuivaus sille tasolle, että viljaa voidaan kuivata miehittämättömänä. Tämä uudistus mahdollistaa sen, että kun kuivaaja on täytetty viljalla ja kytketty kuivaus päälle, voi maanviljelijä palata takaisin pellolle puimaan tai muihin töihinsä. Uudistuksella pyrittiin myös minimoimaan kuivauksessa syntyviä kustannuksia.

Automaatiojärjestelmää suunniteltaessa mietittiin erilaisten ohjausjärjestelmien soveltuvuutta viljankuivaajaan. Näin syntyi budjettiin nähden paras mahdollinen lopputulos. Järjestelmään kuuluu Markku Välimäen olohuoneessa sijaitseva ohjauskeskus sekä johdotukset ohjauskeskukselta kuivaajan antureille ja releille.

Opinnäytetyön tekemisen aikana on suunniteltu yhteistyössä Markku Välimäen kanssa erilaisia ratkaisuja päätyen aina parhaimpaan ja edullisimpaan ratkaisuun. Lopullinen järjestelmä on Markku Välimäen toiveiden mukainen: toimiva automatisoitu viljankuivaaja.



## LÄHDELUETTELO

/4/ HK Instruments Oy:n kotisivu. [viitattu 10.10.2009] Saatavilla Internetissä:  
<URL:<http://www.hkinstruments.fi>>

/3/ Keinänen Toimi, Kärkkäinen Pentti, Lähetkangas Markku & Sumujärvi Matti  
2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki. WSOY  
Oppimateriaalit Oy.

/1/ Mepu Oy:n kotisivu [viitattu 3.10.2009] Saatavilla Internetissä:  
<URL:<http://www.mepu.fi>>

/2/ Vaunukuivurin käyttöohje 1985. Mepu Oy.

## **TEHOLÄHTEEN TEKNISET TIEDOT**

Tekniset tiedot

DIN-kiskokiinnitteinen hakkuriteholähde.  
Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus.

Liitäntäjännite:	85-264 Vac / 120-370 Vdc
Antojännite:	24 Vdc
Antovirta:	2 A
Antoteho:	48 W
Jännitesäätö:	21,6-26,4 Vdc
Rippelijännite:	480 mV p-p maks.
Liitäntä:	ruuviliitäntä
Mitat (LxKxS):	78x93x67 mm
Paino:	310 g
Takuu:	3 vuotta



1173.12  
10.11.2006

## JÄÄTYMISVAARA-ANTURI TEKVP PT 100

TEKVP PT 100 lämpötila-anturi on suunniteltu LVI-automatiikan tarpeisiin. Ilmastointikojeen lämmitys-patterin jäätymisvaaratermostaatin anturiksi.

Lämpötilaa mitataan Pt 100-anturielementillä, jonka nimellisarvo on 100 ohm/0 °C.

Anturin suojauskuori on ruostumatonta terästä ja nollamittin nollattua määrittä.

Anturi asennetaan ilmastointikojeen patteriin R 1/4" yhteellä ja sen upotussyvyys on säädettävissä max. 210 mm:iin.

Anturin aikavakio on n. 2,5 sekuntia.



### Tekniset tiedot:

anturi	Pt100 EN 60751/B
putkiyhde	R 1/4" putkikierte
mittayhde	4 mm x 200 mm
kaapeliläpivienti	M16
mittausalue	-50...120 °C
tarkkuus	± 0,3 °C (0 °C:ssa)
aikavakio	n. 2,5 s
paineluokka	PN 16

### Lämpötila/vastus -taulukko:

LT °C	PT 100 Ω	LT °C	PT 100 Ω
120	146.06	25	109.73
100	138.50	20	107.79
90	134.70	15	105.85
80	130.89	10	103.90
75	128.98	5	101.95
70	127.07	0	100.00
65	125.16	-5	98.04
60	123.24	-10	96.09
55	121.32	-15	94.12
50	119.40	-20	92.16
45	117.47	-25	90.19
40	115.54	-30	88.22
35	113.61	-40	84.27
30	111.67	-50	80.31

### Tilausohje:

Tyyppi	Tuotenumero	Kuvaus
TEKVP PT100	1173120	jv-anturi 100 ohm / 0 °C

Laite on direktiivin 2004/108/EY mukainen ja täyttää standardit EN61000-6-3: 2001 (Generic Emission) ja EN61000-6-2: 2001 (Generic Immunity).

### Produal Oy

Keltakalliontie 18  
48770 Kotka  
FINLAND  
www.produal.fi

Puh: +358-5-230 9200  
Fax: +358-5-230 9210  
info@produal.fi

## LCN-FTK

Kanalfühler rel. Feuchte  
Duct sensor for relative humidity

**thermokon**  
Sensortechnik GmbH

### DE - Datenblatt

Technische Änderungen vorbehalten  
Stand 21.03.05

### EN - Datasheet

Subject to technical alteration  
Issue date 21.03.05

**17200...**



#### Anwendung

Kanalfühler zur Messung der rel. Feuchte und Temperatur in gasförmigen Medien von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (z.B. in Zuluft-/Abluftkanälen). Ausgelegt zur Aufschaltung an Regler- und Anzeigesysteme. Zusätzlich kann das Gerät bei Bedarf mit einem passiven Temperatursensor, wie z.B. PT100, PT1000, NTC10k etc. geliefert werden.

#### Application

Duct sensor for measuring relative humidity and temperature in gaseous media of heating, cooling and air-conditioning systems (e.g. in fresh air/exhaust air ducts). Designed for locking on control and display systems. Additionally, the device can be supplied with a passive temperature sensor e.g. PT100, PT1000, NTC10k etc.

#### Typenübersicht

LCN-FTK140VV	Kanalfühler 140mm, Ausgang 0...10V, mit Temperatur-Messumformer, Ausgang 0...10V
LCN-FTK270VV	Kanalfühler 270mm, Ausgang 0...10V, mit Temperatur-Messumformer, Ausgang 0...10V
LCN-FTK400VV	Kanalfühler 400mm, Ausgang 0...10V, mit Temperatur-Messumformer, Ausgang 0...10V

#### Types Available

LCN-FTK140VV	Duct sensor 140mm, output 0...10V, with transducer for temperature, output 0...10V
LCN-FTK270VV	Duct sensor 270mm, output 0...10V, with transducer for temperature, output 0...10V
LCN-FTK400VV	Duct sensor 400mm, output 0...10V, with transducer for temperature, output 0...10V

#### Normen und Standards

CE-Konformität:	89/336/EWG Elektromagnetische Verträglichkeit
Standards:	EN 60730-1: 2000 EN 61000-4-2 EN 61000-4-3 EN 61000-4-4 EN 61000-4-5 EN 61000-4-6 EN 55022-B

#### Norms and Standards

CE-Conformity:	89/336/EWG Electromagnetic compatibility
Standards:	EN 60730-1: 2000 EN 61000-4-2 EN 61000-4-3 EN 61000-4-4 EN 61000-4-5 EN 61000-4-6 EN 55022-B

### Technische Daten Hardware

Versorgungsspannung:	15-24VDC/24AC +/-10%
Stromaufnahme:	max. 30mA/24VDC
Messbereiche:	Feuchte: 0...100%rF Temp. -20...+80°C
Ausgang:	Feuchte: 0...10VDC, Last: min. 5kOhm Temp.: 0...10VDC, Last: min. 5kOhm (Optional Typ VS: Widerstand NTC/PTC)
Anschlussklemme:	Schraubklemme max. 1,5mm <sup>2</sup>
Einbaulänge L:	140mm/270mm/400mm
Fühlerrohr:	Material PA6, Farbe schwarz
Filterelement:	Material Edelstahl, Maschenweite 80µm
Anschlusskopf:	Material PA6, Farbe weiß
Schutzart:	Anschlusskopf IP65
Kabeleinführung:	Einfach M16 für Leiter mit max. D=8mm
Umgebungstemperatur:	-20...+70°C

### Technical Data Hardware

Power supply:	15-24VDC/24AC +/-10%
Power consumption:	max. 30mA/24VDC
Measuring range:	Humidity: 0...100%rH Temp. -20...+80°C
Output:	Humidity: 0...10VDC, load: min. 5kOhm Temp.: 0...10VDC, load: min. 5kOhm (Optional Type VS: Resistance NTC/PTC)
Clamps:	Terminal screw max. 1,5mm <sup>2</sup>
Mounting length L:	140mm/270mm/400mm
Sensor pipe:	Material PA6, colour black
Filter element:	Material stainless-steel, mesh size 80µm
Connection head:	Material PA6, colour white
Protection:	Connection head IP65
Cable entry:	Single entry M16 for cable max. D=8mm
Ambient temperature:	-20...+70°C

### Zubehör optional

(MF19-PA) Montageflansch zur Befestigung des Fühlers am Lüftungskanal

### Optional Accessories

(MF19-PA) Mounting flange for installation on ventilation duct

### Montagehinweis

Die Fühler können mittels Montageflansch oder Schrauben direkt am Lüftungskanal befestigt werden.

Bitte beachten Sie auch die allgemeinen Hinweise in unserem INFOBLATT THK.

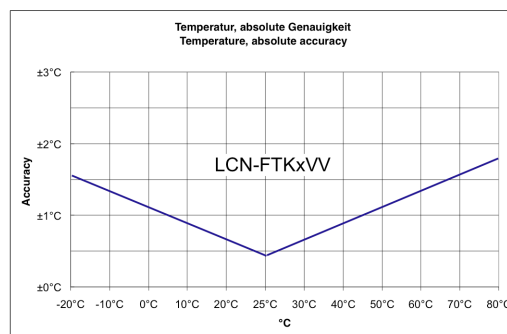
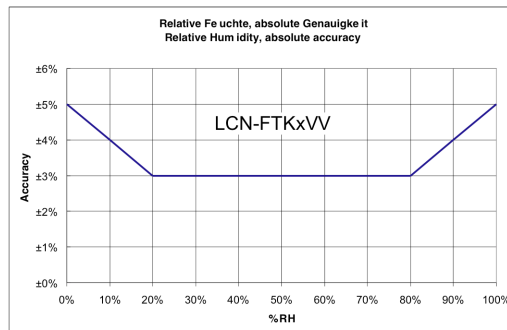
### Mounting Advice

The sensor is directly mounted to the ventilation duct by means of a mounting flange or by screws.

Please also note our general remarks in our INFOBLATT THK.

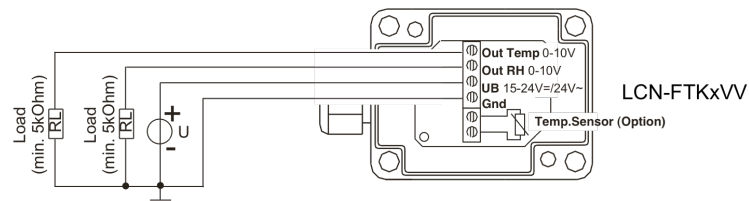
### Genauigkeit

### Accuracy



# Anschlussplan

# Terminal Connection Plan



# Abmessungen (mm)

# Dimensions (mm)

